

*Untersuchung über specifische Wärme des Alkohols von
verschiedenen Concentrationsgraden.*

Von Anton Schnidaritsch,

Eleven am kaiserl. königl. physikalischen Institute.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 21. Juli 1839.)

I.

Vorliegende Untersuchung ist ein Theil einer grösseren im vergangenen Winter-Semester im k. k. physikalischen Institute von Prof. Dr. Grailich angeregten Arbeit, welche das Verhalten des Alkohols bei verschiedenen Concentrationsgraden in Bezug auf die Dichte, specifische Wärme, Ausdehnung, Mischungswärme und Lichtbrechung zum Gegenstande der Untersuchung hatte. Da sie jedoch theilweise durch die dazu nöthigen Vorbereitungen und die sich dabei ergebenden Schwierigkeiten später auch durch die plötzliche Erkrankung des Herrn Prof. Dr. Grailich für dieses Jahr nicht mehr durchgeführt werden konnte, so finde ich mich veranlasst vorliegende Partie als eine Arbeit für sich zu veröffentlichen.

Ich bediente mich bei diesen Untersuchungen der Mischungsmethode, wie ich sie später auseinandersetzen will.

Vor Allem sind jedoch zu solchen feinen Messungen ausgezeichnete, wohl geprüfte Thermometer nöthig. Ich gebrauchte vier Thermometer, sämmtlich von Fastré in Paris. Thermometer Nr. 1, Nr. 3 und Nr. 8 hatten willkürliche Scalen, Nr. 2 aber eine gewöhnliche Theilung nach Celsius. Nr. 1 und Nr. 2 hatten auch einen Siedpunkt, Nr. 3 ging nur bis beiläufig 28°, Nr. 8 bis 45°.

Zuerst wurden die einzelnen Thermometer nach der bekannten Methode kalibriert, nämlich: Man trennt durch Erhitzen an einer Weingeistflamme einen 12 bis 20 Linien langen Quecksilberfaden,

zieht sich auf weissem Papier in zwei um die Länge des getrennten Fadens entfernten Punkten mehrere schwache parallele Linien, legt nun das Thermometer auf das Papier, so dass die beiden Enden des Fadens auf die parallelen Linien zu liegen kommen und liest ab, von welchem bis zu welchem Theilstrich der Scala der Faden reicht. Diese Grenzpunkte notirt man sich. Alsdann verschiebt man den Faden durch Neigen des Thermometers und verfährt beim Ablesen wie das erste Mal. Auf diese Art verfährt man mit dem Faden durch die ganze Röhre hindurch. Ist nun der Abstand der Endpunkte stets derselbe, so kann man auf die Gleichheit des Kalibers schliessen.

Beim Ablesen muss man stets das Auge so stellen, dass die gezogenen parallelen Linien unter der Thermometerröhre gerade erscheinen, was nur dann der Fall sein wird, wenn sich das Auge des Beobachters gerade vertical über dem Endpunkte des Fadens befindet. Auf diese Weise wird die Parallaxe beim Ablesen auf das Beste vermieden. Zur grösseren Deutlichkeit und Sicherheit bedient man sich auch mit Vortheil einer Loupe oder eines kleinen von Prof. Brücke herrührenden galiläischen Fernröhrchens. Die Thermometer haben sich nun als vollkommen gut kalibriert erwiesen, was aus nachfolgenden angeführten Beobachtungen erhellen wird. Es wurden nur Thermometer Nr. 1, Nr. 3 und Nr. 8 auf diese Art kalibriert, da Nr. 2 bei den Untersuchungen nur den Zweck hatte, die Temperatur höchstens auf halbe Grade genau anzugeben.

Nr. 1		Nr. 3		Nr. 8	
Ablesung	Länge des Fadens	Ablesung	Länge des Fadens	Ablesung	Länge des Fadens
14·26		8·42		43·57	
20·50	6·24	12·63	4·21	35·50	8·07
16·85		10·36		35·60	
23·09	6·24	14·57	4·21	27·53	8·07
19·67		13·03		19·87	
25·91	6·24	17·24	4·21	11·80	8·07
23·70		11·68		19·30	
29·94	6·24	15·89	4·21	11·23	8·07
26·40		9·42		23·28	
32·64	6·24	13·63	4·21	15·20	8·08
30·28		10·79		30·76	
36·52	6·24	15·00	4·21	38·83	8·07
32·42				31·78	
38·65	6·23			39·85	8·07
36·47					
42·71	6·24				

Sämmtliche Beobachtungen wurden mit dem oben erwähnten Fernrohr gemacht, man kann also, wie aus diesem Resultate zu ersehen ist, diese Thermometer als vollkommen gut kalibriert betrachten.

Bestimmung der Nullpunkte.

Bei der Bestimmung des Eispunktes muss man mit grosser Vorsicht zu Werke gehen. Im Allgemeinen ist man der Meinung, man dürfe das Thermometer nur in schmelzendes Eis oder schmelzenden Schnee bringen, und es herrsche dabei so lange eine constante Temperatur, bis das ganze Eis oder der ganze Schnee geschmolzen ist. Und doch ist es in der That nicht ganz so, ich habe bei der Bestimmung des Nullpunktes beobachtet, dass die Temperatur des Wassers, in dem sich noch die Hälfte des Eises befand, um 0·2 Grade höher war als 0°. Ich bestimmte also die Eispunkte allezeit auf folgende Weise: Das Eis wurde klein zerstoßen in ein mit einem durchlöcherichten Boden versehenes Gefäss gegeben, damit das Wasser gleich abfließen konnte. Nun wurde ein oder auch mehrere Thermometer zugleich hineingesteckt. Die Temperatur war alsbald constant und nun wurden die Ablesungen mit einer Loupe, meist aber mittelst eines Fernrohres gemacht. Ich machte stets mehrere Ablesungen und nahm dann das Mittel aus allen. Ich will nur einige Beobachtungen selbst anführen.

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 8
Nullpunkt:	9·39	—0·40	0·71	18·68
	9·40	—0·40	0·70	18·69
	9·39	—0·40	0·70	18·69
	9·40	—0·40	0·70	18·69
	9·40	—0·40	0·71	18·69
	9·40	—0·40	0·70	18·69
	9·40	—	0·70	—
Mittel:	9·40	—0·40	0·70	18·69

Nachdem nun Thermometer Nr. 1 mehrmals ausgekocht worden, d. h. nachdem der Siedepunkt, auf den ich später zu sprechen komme, bestimmt worden und Thermometer Nr. 3 und 4 auch mehrmals auf eine höhere Temperatur gebracht worden, ging ich abermals zur Bestimmung des Nullpunktes und fand ihn bei Nr. 1 und 3 geändert. Überhaupt haben sich bei diesen beiden Thermometern

die Nullpunkte öfters geändert. Ich will daher die einzelnen Beobachtungen zu verschiedenen Zeiten anführen.

Am 4. März l. J. beobachtete ich und fand:

	Nr. 1	Nr. 3	Nr. 8
Nullpunkt:	9·33	0·71	18·68
	9·33	0·71	18·60
	9·34	0·70	18·69
	9·33	0·70	18·68
	—	0·71	18·69
Mittel:	9·33	0·716	18·69

Somit ist der Nullpunkt bei Nr. 1 um 0·07 gefallen, bei Nr. 3 um 0·016 gestiegen und bei Nr. 8 constant geblieben. Da sich Nr. 8 auch bei allen späteren Beobachtungen als constant erwiesen, so werde ich es unterlassen die Beobachtungen davon anzuführen.

Anders verhält es sich jedoch mit Nr. 1 und 3.

Nachdem Nr. 1 abermals öfters ausgekocht worden, fand ich am 14. März:

	Nr. 1	Nr. 3
Nullpunkt:	9·40	0·71
	9·40	0·71
	9·41	0·72
	9·40	0·72
Mittel:	9·40	0·715

Also bei Nr. 1 gestiegen, wie es bei der ersten Bestimmung war, bei Nr. 3 constant geblieben.

Am 10. Mai fand ich als Mittelwerthe für die Nullpunkte folgende Zahlen:

Nr. 1 9·42, Nr. 3 0·76,

also sind überall die Nullpunkte gestiegen, doch Nr. 8 ist constant.

Am 31. Mai fand ich ganz genau dieselben Werthe.

Am 4. Juli jedoch fand ich die Nullpunkte wieder höher und zwar

Nr. 1 9·46, Nr. 3 0·78.

Wenn nicht Thermometer Nr. 8 immer bei allen Beobachtungen denselben Werth gezeigt hätte, so könnte man denken, dass diese

Unterschiede von einer fehlerhaften Beobachtung herrühren, so aber ist man überzeugt, dass die Nullpunkte wirklich gestiegen sind, was auch aus den correspondirenden Siedpunkts-Bestimmungen hervorgeht.

Bestimmung des Siedpunktes.

Das Thermometer wurde in ein cylindrisches Kupfergefäß mittelst eines Korkes so hineingesteckt, dass sich das Quecksilbergefäß beiläufig einen halben Zoll über der Oberfläche des Wassers befand.

Das Gefäß hatte an dem oberen Theile, der sich dann wenn das Wasser kochte, mit Dämpfen füllte, doppelte Wände, so dass der Dampf auch zwischen die beiden Wände hineintreten und dort durch zwei an dem oberen Ende angebrachte Röhren entweichen konnte.

Bei der Bestimmung des Siedpunktes ist es nothwendig, dass der grösste Theil des Quecksilberfadens den Dämpfen ausgesetzt sei. Denn sei a die Länge des Fadens, der sich oberhalb des Korkes befindet, so wird seine Temperatur gewiss nicht mehr als 40° im Mittel betragen. Die Ausdehnung desselben wird also $\frac{40 a}{5500} = \frac{4 a}{550}$ und der Fehler $\frac{100 a}{5500} = \frac{40 a}{5500} = \frac{6 a}{550}$ betragen.

Damit dieser Fehler < 0.01 werde, muss somit $a < 0.9$ sein, was auch aus directen Versuchen sich ergab.

Diese Rücksicht ist bei der Bestimmung des Nullpunktes nicht nöthig, da bei einer Temperatur von 10° , was sicher nicht der Fall ist, $a = 5.5$ sich ergibt. Doch ist es immerhin rathsam, besonders in grosser Sommerhitze auch bei der Nullpunkts-Bestimmung möglichst weit die Röhre des Thermometers mit schmelzendem Eise zu umhüllen.

Nachdem das Wasser (destillirtes) im Gefässe schon längere Zeit gekocht, trat endlich eine constante Temperatur am Thermometer ein. Auch hier ist beim Ablesen die Parallaxe möglichst zu vermeiden. Dies kann man am einfachsten dadurch erzielen, dass man in gleicher Höhe mit dem Ende des Quecksilberfadens in ein in der deutlichen Sehweite aufgestelltes Stück Kartenpapier eine kleine Öffnung macht und durch diese abliest, oder auch mittelst eines horizontal gestellten Fernrohres. Nachdem ich mehrere Ablesungen, die meistens unter einander gut stimmten gemacht, wurde

das Mittel daraus genommen und auf den Normal-Barometerstand reducirt nach folgender Formel: Sei m die abgelesene Zahl, z der Unterschied vom wahren Werthe, b_0 der auf 0° reducirte Barometerstand, so sei $\frac{760-b_0}{27} = \pm x$, so ist $z = \pm \frac{mx}{100}$ und wenn M der richtige Siedepunkt, $M = m \pm z$.

Auf diese Art nun habe ich, indem ich alle früheren Bestimmungen die wohl auch stimmten, übersehe, am 14. März gefunden für Thermometer Nr. 1 den Siedepunkt bei 32.98 , und der Nullpunkt war 9.40 , also ein Abstand von 23.58 Theilstriehen.

Am 10. Mai Siedepunkt 33.00 , Eispunkt 9.42 ; also derselbe Abstand von 23.58 Theilstriehen.

Wenn man nun den Abstand des Nullpunktes vom Siedepunkte genau kennt, so kann man daraus den Werth von 1° leicht bestimmen, wie auch umgekehrt den Werth eines Theilstreiches.

Es folgt also für 10 Theilstriche = 1 , welches ich mit α bezeichne, $\alpha = 4.2408^\circ$, also für einen Theilstrich 0.42408 . Auf diese Art kann man, da sich die Zehntel von den Theilstriehen abschätzen lassen, bis auf beiläufig vier Hundertel Grade mit Genauigkeit ablesen.

Aus diesen Resultaten habe ich mir nun eine Tabelle gerechnet, wornach ich später gleich jede Beobachtung in Grade umsetzen konnte. Auf ganz gleiche Weise wurde auch ein zweites Thermometer berechnet, welches ich aber nur zur Ausmittlung von α für Thermometer Nr. 8 benützte.

Es handelt sich nun den Werth von α für Nr. 3 und Nr. 8 zu finden. Zu diesem Zwecke wurde Thermometer Nr. 3 mit Thermometer Nr. 1 in einen grossen doppelten parallelepipedischen Blechkasten, der mit Öl gefüllt war, in gleicher Höhe aufgehängt und so gleichmässig als nur immer möglich erwärmt. Ein Vorversuch zeigte, dass ein horizontales Hin- und Herrücken der Thermometer keinen Einfluss hatte. Somit war die Temperatur in jedem horizontalen Querschnitte constant. Die Wärme theilt sich den einzelnen Schichten nur langsam mit, und so tritt, wenn die Lampen weggezogen sind, erst nach einer etwas längeren Zeit eine fast constante Temperatur ein, die sich ziemlich lange erhielt. In dieser Zeit wurden nach einander mehrere Beobachtungen gemacht, wenn die Temperatur noch nicht ganz constant war, sonst nur eine Ablesung. Ein zweites Mal wurde Thermometer Nr. 8 mit dem früher erwähnten ebenfalls

berechneten Thermometer, es heisse *A*, verglichen. Es ergaben sich nun dabei die Resultate wie folgt:

I. Reihe.		II. Reihe.	
Nr. 1	Nr. 3	Nr. 8	Nr. A
14·70	14·10	25·83	17·00
14·55	13·70	31·11	21·27
14·38	13·30	26·80	17·80
14·26	13·01	34·97	24·39
12·72	9·12	30·43	20·70
14·10	12·60	30·39	20·65
13·80	11·80	33·71	23·38
14·90	14·75	25·14	16·42
14·50	13·61	28·84	19·46
13·10	10·08	38·81	27·54

Es ist nun die Temperatur für diese Beobachtungsreihen nach Nr. 1 und Nr. *A* bekannt, somit kann man auch daraus den Werth von α für Nr. 3 und Nr. 8 berechnen. Es ist nämlich die Temperatur $t = \alpha \cdot \mu$, wobei μ die abgelesene Zahl weniger dem Nullpunkte bedeutet. Auf diese Art findet man nach der Methode der kleinsten Quadrate, mittelst der Formel

$$\alpha = \frac{\mu_1 t_1 + \mu_2 t_2 + \dots + \mu_{10} t_{10}}{\mu_1^2 + \mu_2^2 + \dots + \mu_{10}^2}$$

für Nr. 3 den Werth $\alpha = 1\cdot6785$, für Nr. 8 $\alpha = 1\cdot7640$.

Mit diesen so gefundenen Werthen von α habe ich mir auch für diese zwei Thermometer Tabellen berechnet, um die Ablesungen also gleich in Grade umzusetzen. Die Tabellen sind nun folgende:

Thermometer Nr. 1; constante Differenz $\alpha = 4\cdot2409$.

<i>a</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>t</i>
9	-1·78	16	27·90	23	57·59	30	87·28
10	+2·46	17	32·14	24	61·83	31	91·52
11	6·70	18	36·38	25	66·07	32	95·76
12	10·94	19	40·62	26	70·31	33	100·00
13	15·18	20	44·87	27	74·55	34	104·24
14	19·42	21	49·11	28	78·79		
15	23·66	22	53·35	29	83·04		

Δa	Δt	Δa	Δt	Δa	Δt	Δa	Δt
0·1	0·42	0·6	2·54	0·01	0·04	0·06	0·25
0·2	0·85	0·7	2·97	0·02	0·08	0·07	0·29
0·3	1·27	0·8	3·39	0·03	0·13	0·08	0·34
0·4	1·70	0·9	3·82	0·04	0·17	0·09	0·38
0·5	2·12			0·05	0·21		

Diese Tabelle ist gültig für den Nullpunkt 9·42. Wenn sich der Nullpunkt ändert, so darf man nur die Grösse der Änderung von der Ablesung abziehen oder addiren, je nachdem die Änderung positiv oder negativ ist. a ist die abgelesene ganze Zahl, Δa die gelesenen Zehntel oder geschätzten Hundertel, t und Δt die dazu gehörigen Temperaturen.

Thermometer Nr. 2; constante Differenz 1·6785.

a	t	a	t	a	t	a	t
0	-1·28	6	8·79	12	18·86	18	28·93
1	+0·40	7	10·47	13	20·54	19	30·60
2	2·08	8	12·15	14	22·22	20	32·28
3	3·76	9	13·83	15	23·89		
4	5·44	10	15·50	16	25·57		
5	7·11	11	17·18	17	27·25		

Δa	Δt	Δa	Δt	Δa	Δt	Δa	Δt
0·1	0·17	0·6	1·01	0·01	0·02	0·06	0·10
0·2	0·33	0·7	1·18	0·02	0·03	0·07	0·11
0·3	0·50	0·8	1·34	0·03	0·05	0·08	0·13
0·4	0·67	0·9	1·51	0·04	0·06	0·09	0·14
0·5	0·84			0·05	0·08		

Gültig für den Nullpunkt 0·76.

Thermometer Nr. 8; constante Differenz 1·764.

a	t	a	t	a	t	a	t
0	-33·96	4	-25·91	8	-18·85	12	-11·79
1	31·20	5	24·14	9	17·09	13	10·03
2	29·43	6	23·38	10	15·32	14	8·27
3	-27·67	7	-20·61	11	-13·56	15	6·50

a	t	a	t	a	t	a	t
16	-4.70	24	9.37	32	23.49	40	37.60
17	2.97	25	11.14	33	25.25	41	39.36
18	-1.21	26	12.90	34	27.01	42	41.13
19	+0.55	27	14.67	35	28.78	43	42.89
20	2.32	28	16.43	36	30.54	44	44.65
21	4.08	29	18.19	37	32.31		
22	5.85	30	19.96	38	34.07		
23	7.61	31	21.72	39	35.83		
Δa	Δt	Δa	Δt	Δa	Δt	Δa	Δt
0.1	0.18	0.6	1.06	0.01	0.02	0.06	0.11
0.2	0.35	0.7	1.23	0.02	0.04	0.07	0.12
0.3	0.53	0.8	1.41	0.03	0.05	0.08	0.14
0.4	0.70	0.9	1.58	0.04	0.07	0.09	0.16
0.5	0.88			0.05	0.09		

Giltig für den Nullpunkt 18.69.

Thermometer A; constante Differenz 2.173.

a	t	a	t	a	t	a	t
0	-24.33	17	12.62	34	49.56	51	86.51
1	22.16	18	14.79	35	51.74	52	88.68
2	19.98	19	16.96	36	53.91	53	90.85
3	17.81	20	19.14	37	56.02	54	93.03
4	15.67	21	21.31	38	58.26	55	95.20
5	13.46	22	23.48	39	60.43	56	97.37
6	11.29	23	25.66	40	62.61	57	99.55
7	9.12	24	27.83	41	64.78	58	101.72
8	6.94	25	30.00	42	66.95	59	103.89
9	4.77	26	32.18	43	69.12	60	105.97
10	2.60	27	34.35	44	71.30		
11	- 0.42	28	36.52	45	73.47		
12	+ 1.75	29	38.70	46	75.64		
13	+ 5.92	30	40.87	47	77.81		
14	6.10	31	43.04	48	79.09		
15	8.27	32	45.22	49	82.16		
16	10.44	33	47.39	50	84.33		

Δa	Δt	Δa	Δt	Δa	Δt	Δa	Δt
0·1	0·22	0·6	1·30	0·01	0·02	0·06	0·13
0·2	0·43	0·7	1·52	0·02	0·04	0·07	0·15
0·3	0·65	0·8	1·74	0·03	0·07	0·08	0·17
0·4	0·87	0·9	1·96	0·04	0·09	0·09	0·20
0·5	1·09			0·05	0·11		

Giltig für den Nullpunkt 11·20.

Man sieht auch aus diesen Tabellen dass Thermometer Nr. 3 die kleinste constante Differenz hat und somit eine sehr genaue Ablesung bis auf 0°02 gestattet.

Ich gehe nun zur Beschreibung des von mir gebrauchten Apparates, der im Wesentlichen mit dem Regnault übereinstimmt, über.

Der Apparat (Fig. 1), in welchem die zu untersuchende Substanz auf eine bestimmte Temperatur erwärmt wird, besteht aus drei concentrischen Hüllen aus Blech. In der Hülle der Mitte *A* wird der Körper beiläufig in der halben Höhe an einem Seidenfaden aufgehängt, neben dem Körper an ihn selbst anliegend befindet sich das Thermometer Nr. 1, welches oberhalb in einem Korke befestiget ist, und zwar stehen Körper und Thermometer gleich hoch und gleich weit von der Wand entfernt. Man kann also sicher sein, dass, wenn das Thermometer durch längere Zeit eine constante Temperatur zeigt, der Körper ebenfalls dieselbe besitzt. In den ringförmigen Raum *B* wird aus der ziemlich grossen Retorte *D*, welche durch eine Berzelius-Lampe erhitzt wird, Wasserdampf hineingeleit, welcher dann durch die Röhre *K* wieder entweichen kann, und gelangt in die Flasche *E*, welche in einem mit kaltem Wasser gefüllten Gefässe steht, wo er sich verdichtet. Die äusserste Hülle *C* ist mit Asche gefüllt, um den Raum *B* vor der Abkühlung durch die umgebende Luft zu schützen. Bei *G* ist ein heberförmig gekrümmtes, in eine Spitze auslaufendes Glasrohr angebracht, durch welches das Wasser, welches sich im Raume *B* selbst bildet, abfliessen kann. In dem Raume *B* steckt auch ein Thermometer, damit man die Temperatur, die sich darin befindet, kennt, was besonders nöthig ist, wenn man dem Körper *m* eine niedrigere constante Temperatur als nahezu 100° geben will, was ich bei allen Bestimmungen des Alkohols gethan habe. Man erhält eine niedrigere constante Temperatur in *B*, somit auch in *A*, dadurch, dass man nur wenig Wasserdämpfe aus *D*

zuführt. Um dies zu bewerkstelligen, mässigt man das Feuer der Weingeistlampe so lange, bis Thermometer Nr. 2 constant geworden ist. Ist dies einmal der Fall, so wartet man ab, dass auch Thermometer Nr. 2 constant wird, und erst wenn beide wenigstens eine Viertelstunde möglichst constante Temperatur zeigen, kann man versichert sein, dass der Körper m auch dieselbe besitze. Der Raum B ist oben und unten durch Blech abgesperrt, ebenso C . A ist oberhalb durch einen Kork, in dem das Thermometer Nr. 1 steckt, durch welchen auch der Seidenfaden, an dem der Körper m hängt, geht, unterhalb durch einen Schieber H verschlossen. In dem Boden des Gestelles (Fig. 2), worauf das Gefäss I steht, ist eine Öffnung ausgeschnitten, darüber mehrere Seidenfäden gespannt, und auf diesem Netze steht das Gefäss. Im Gefässe I , welches zu jedem Versuche mit einer fast gleichen stets genau abgewogenen Menge Wassers gefüllt wird, steht das Thermometer Nr. 3 ungefähr zwei Linien von der Wand und etwas ober der Mitte der Höhe des Gefässes, und behielt bei allen Versuchen dieselbe relative Lage. In der Nähe dieses Gefässes befindet sich das Thermometer Nr. 8, welches die Temperatur der umgebenden Luft angibt.

Das Gefäss I ist aus dünnem Messingblech im Durchmesser von $2\frac{1}{2}$ Zoll und einer Höhe von $2\frac{3}{4}$ Zoll.

Die Versuche wurden nun auf folgende Art angestellt. Der Körper m , dessen specifische Wärme zu bestimmen war, wurde im Raume A auf eine bestimmte Temperatur erwärmt; diese Temperatur sei T . Nachdem das Thermometer Nr. 1 schon 10 bis 15 Minuten eine constante Temperatur zeigte, wurde das Gestell mit dem Gefässe I , welches mit der Menge Wasser = A von der Temperatur t immer so weit gefüllt war, dass wenn der Körper m hineingetaucht war, das Gefäss nahezu voll wurde, in den Raum V so hineingestellt, dass, wenn man den Schieber H öffnete und zu gleicher Zeit den Körper m herabliess, derselbe genau in das Gefäss I fiel. Alsdann fasste ich mit der einen Hand den Seidenfaden, mit der andern das Gestell und zog es auf den früheren Platz. Nun wurde der Körper im Wasser hin und her geführt, so dass dasselbe gleichmässig erwärmt wurde, bis das Thermometer Nr. 3, welches man zu gleicher Zeit beobachtete, ein Maximum erreichte. Dieses Maximum heisse t' . Die Zeit vom Beginne des Versuches bis zum Maximum z , die Temperatur der umgebenden Luft τ .

Es sei ferner der Wasserwerth des Gefässes I gleich G , der des eingetauchten Stückes vom Thermometer r , so muss offenbar, wenn die specifische Wärme des Körpers m mit c bezeichnet wird, nach der Mischung der Wärmeverlust des Körpers m , gleich sein dem Wärmegewinnste des Wassers, mehr des Gefässes und des eingetauchten Thermometerstückes. Also:

$$mc (T-t') = (A + G + r) (t'-t),$$

somit ist

$$c = \frac{(A + G + r) (t'-t)}{m (T-t')}$$

Dabei ist jetzt noch G und r zu bestimmen und t' wegen der Erwärmung oder Abkühlung des Wassers durch die umgebende Luft während des Versuches zu corrigiren. Letzteres geschah nach der von Regnault angegebenen Formel für die Erkaltung des Wassers, nämlich: $\Delta \vartheta = 0.0001386 \cdot \vartheta$, worin ϑ den Temperaturüberschuss und $\Delta \vartheta$ den Wärmeverlust während einer Secunde bedeutet. Den gesammten Verlust erhält man also, wenn man $\Delta \vartheta$ mit der Anzahl von Secunden, während welcher die Erkaltung oder Erwärmung stattfand, multiplicirt; im ersten Falle das Resultat zu t' addirt, im zweiten subtrahirt. Ich nahm gewöhnlich das Wasser von einer Temperatur, so viel unter der der umgebenden Luft, dass sich dann Verlust und Gewinn wenigstens nahezu aufhoben.

Ich nahm bei meinen Versuchen die specifische Wärme vom Glase als bekannt an, und zwar nach Regnault = 0.19768, die des Wassers = 1.00000 und bestimmte mir G und r auf folgende Art.

Ich nahm ein kleines Glasgefäss als Gefäss I und einen Glaskörper m , machte auf oben beschriebene Art mehrere Versuche und bestimmte den Einfluss r des in's Wasser getauchten Thermometerstückes. Ich fand nach der Formel

$$r = \frac{mc (T-t')}{t'-t} - (G + A)$$

für r den Werth 0.25. Wenn dieser Werth auch nicht ganz richtig sein soll, so hat, wie ich berechnet habe, ein Fehler um 0.2 erst einen Einfluss auf die vierte Decimalstelle bei der Bestimmung der specifischen Wärme eines Körpers.

G bestimmte ich für das Messinggefäß, indem ich die spezifische Wärme desselben Messingbleches, aus dem das Gefäß gearbeitet war, bestimmte.

Ich nahm ebenfalls das kleine Glasgefäß, dessen Gewicht = 19·29 Grm., sein Wasserwerth = 3·81 Grm. war. Gewicht des Messings = 14·34 Grm., $r = 0·25$.

Die Versuche gaben nun folgende Resultate:

	I.	II.	III.	IV.
<i>A</i>	55·10 Grm.	55·81 Grm.	54·86 Grm.	57·22 Grm.
<i>T</i>	99°09	99°11	99°28	99°24
<i>t</i>	14°37	16°38	13°61	15°02
<i>t'</i>	16°48	18°45	13°24	16°88
τ	14°99	17°20	14°13	15°37
<i>z</i>	80"	80"	80"	80"
<i>c</i>	0·0954	0·0968	0·0938	0·0965

Mittelwerth aus diesen vier Beobachtungen

$$c = 0·0962.$$

Um nun meine Verfahrensart zu prüfen und die Genauigkeit meiner Bestimmungen zu erfahren, habe ich vorerst mehrere feste Körper, deren spezifische Wärme nach Regnault und Anderen genau bekannt ist, untersucht.

Für die ersteren Versuche nahm ich ein Glasgefäß, um nicht von dem Resultate das ich oben gefunden habe, abhängig zu sein.

Die Körper, die ich bestimmte, sind jedoch nicht ganz rein gewesen, wesshalb ich auch etwas abweichende Resultate von denen Regnault's erhalten habe.

Das Gewicht des Glasgefäßes war = 43·20 Grm.,
sein Wasserwerth = 8·54 „

Eisen.

Ich nahm zuerst ein Stück gewöhnliches Schmiedeeisen, es wurde durch Abfeilen rein gemacht. sein Gewicht *m* war = 52·24 Grm.

	I.	II.	III.
<i>A</i>	127·23 Grm.	127·34 Grm.	127·80 Grm.
<i>T</i>	99°35	99°33	99°80
<i>t</i>	15°07	17°25	15°78
<i>t'</i>	18°51	20°90	19°31
τ	16°66	19°52	17°49
<i>z</i>	110°	120°	120°
<i>c</i>	0·1110	0·1123	0·1160

Mittelwerth aus 3 Beobachtungen $c = 0·1131$, Regnault fand 0·11379.

Zink.

Stücke vom gewöhnlichen käuflichen Zinkblech wurden geschmolzen und zu einem Körper gegossen. Das Gewicht $m = 70·17$ Grm.

	I.	II.	III.
<i>A</i>	127·00 Grm.	126·25 Grm.	127·16 Grm.
<i>T</i>	99°22	98°82	99°26
<i>t</i>	16°80	20°34	18°75
<i>t'</i>	20°58	23°94	22°33
τ	19°51	22°42	19°07
<i>z</i>	120°	110°	100°
<i>c</i>	0·0936	0·0927	0·0905

Mittelwerth 0·0924, nach Regnault 0·09555.

Blei.

Gewöhnliches käufliches Blei zu einem Körper umgegossen $m = 117·77$ Grm.

	I.	II.	III.
<i>A</i>	125·03 Grm.	124·45 Grm.	124·69 Grm.
<i>T</i>	99°50	99°40	99°42
<i>t</i>	17°09	19°58	14°11
<i>t'</i>	19°40	21°73	16°50
τ	18°21	20°70	15°98
<i>z</i>	120°	100°	110°
<i>c</i>	0·0328	0·0314	0·0328

	IV.	V.	VI.
<i>A</i>	124·26 Grm.	125·45 Grm.	125·14 Grm.
<i>T</i>	99°40	99°22	99°26
<i>t</i>	17°28	19°30	20°63
<i>t'</i>	19°57	21°47	22°72

	IV.	V.	VI.
τ	19°07	19°01	19°72
z	100"	100"	80"
c	0·0325	0·0319	0·0312

Mittelwerth aus diesen 6 Beobachtungen $c = 0\cdot0321$; nach Regnault $0\cdot03084$.

Nachdem ich nun gesehen, dass diese Resultate mit denen von Regnault, da ich sicherlich nicht dieselben Substanzen gehabt, hinlänglich übereinstimmen, ging ich nun zum Gebrauch des Messinggefäßes über. Sein Gewicht war = $44\cdot90$ Grm., also nach dem früher gefundenen Werthe für c sein Wasserwerth = $4\cdot34$ Grm.

Zinn.

Ein Stück käufliches sächsisches Zinn wurde ebenfalls in einen Körper umgegossen, sein Gewicht = $53\cdot19$ Grm.

	I.	II.	III.	IV.
A	121·44 Grm.	121·79 Grm.	121·92 Grm.	122·41 Grm.
T	99°11	98°73	99°02	99°11
t	17°43	17°51	17°85	18°57
t'	19°49	19°36	19°58	20°36
τ	18°00	18°19	18°39	20°23
z	80"	100"	80"	80"
c	0·0516	0·0554	0·0518	0·0543

Mittelwerth aus 4 Beobachtungen $c = 0\cdot0533$; nach Regnault $0\cdot05623$ für Zinn von Banka.

Wismuth.

Das Wismuth war ganz rein, indem es schon einmal früher zu anderen Untersuchungen rein hergestellt wurde. Es wurde zu einem Körper umgeschmolzen, sein Gewicht = $69\cdot36$ Grm.

	I.	II.	III.
A	117·36 Grm.	117·11 Grm.	120·89 Grm.
T	99°66	99°23	99°04
t	19°21	20°23	17°85
t'	20°74	21°63	19°21
τ	19°77	20°70	18°89
z	60"	60"	80"
c	0·0341	0·0311	0·0308

	IV.	V.	VI.
A	120.70 Grm.	122.63 Grm.	122.33 Grm.
T	98°73	98°73	98°86
t	18°89	18°54	19°38
t'	20°22	19°81	20°83
τ	19°91	19°42	19°92
z	60''	80''	80''
c	0.0306	0.0293	0.0293

Mittelwerth aus 6 Beobachtungen $c = 0.0309$; nach Regnault $= 0.3084$.

Da mich diese Bestimmungen auf die Richtigkeit des Verfahrens hinwiesen, so ging ich nun auf flüssige Substanzen oder vielmehr zum Alkohol über. Ich habe nur früher noch Terpentinöl untersucht.

Bei allen nachfolgenden Versuchen wurde die betreffende Flüssigkeit in ein kleines Glasfläschchen, im Durchmesser 10 Linien und 18 Linien lang so weit gefüllt, dass noch für die Ausdehnung durch die Wärme genug Raum vorhanden war, und dann der Hals des Fläschchens zugeschmolzen. Beim Zuschmelzen wurde zugleich ein kleines Knöpfchen gemacht, damit das Fläschchen dann am Seidenfaden aufgehängt werden konnte.

Bei den nachfolgenden Bestimmungen ist also die Erwärmung des Wassers durch das Fläschchen, in dem sich die Flüssigkeit befand, in Betracht zu ziehen. Es sei sein Wasserwerth, in Grammen ausgedrückt, $= \mu$, so ist jetzt offenbar nach der Mengung

$$(mc + \mu) (T - t') = (A + G + r) (t' - t)$$

und daraus ist dann

$$c = \frac{(A + G + r) (t' - t)}{m (T - t')} - \frac{\mu}{m}$$

Dabei nahm ich für die spezifische Wärme des Glases den schon bekannten Werth 0.19768 an.

Um nun mein Verfahren auch an einem flüssigen Körper, dessen spezifische Wärme hinlänglich bekannt ist, zu prüfen, untersuchte ich Terpentinöl. Dabei ergab sich nun folgendes:

Gewicht des Fläschchens = 3.4451 Grm.
 „ „ „ + Terpentinöl = 10.0258 „
 also Gewicht des Terpentinöls = 6.5807 „

$$\mu = 0.6811; \frac{\mu}{m} = 0.1035.$$

	I.	II.	III.	IV.
A	121·86 Grm.	121·87 Grm.	121·84 Grm.	121·86 Grm.
T	80°49	80°31	76°96	79°81
t	23°60	24°59	24°44	24°52
t'	25°31	26°14	25°86	26°12
τ	25°88	26°17	26°19	26°04
z	3'	3'	3'	3'
c	0·4612	0·4467	0·4295	0·4695

Mittelwerth aus 4 Beobachtungen 0·4517.

Regnault fand als mittlere specifische Wärme zwischen 100° bis etwa 15° die Zahl 0·4672, zwischen 15° bis 20° aber 0·42593.

Um mich zu überzeugen, dass bei einer etwas niedrigeren Temperatur die specifische Wärme des Terpentinsöls geringer sei, machte ich noch eine Reihe von Beobachtungen bei einer Temperatur von beiläufig 70° mit einem zweiten Fläschchen. Eine viel niedrigere Temperatur ist wohl auf die früher beschriebene Art sehr schwer constant zu erhalten.

Gewicht des Fläschchens = 3·47 Grm.
 „ „ „ + Terpentinsöl . = 9·48 „
 also Gewicht des Terpentinsöls = 6·01 „

$$\mu = 0·6860; \frac{\mu}{m} = 0·1141.$$

	I.	II.	III.
A	121·16 Grm.	121·35 Grm.	121·25 Grm.
T	74°13	67°98	70°18
t	19°19	20°37	20°47
t'	20°59	21°37	21°74
τ	20°26	20°51	20°51
z	3'	3'	3'
c	0·4330	0·4277	0·4348

Mittelwerth aus diesen 3 Beobachtungen 0·4318.

Dieser Werth dürfte vielleicht etwas zu klein sein, da die Temperatur nur kurze Zeit constant erhalten werden konnte, und daher vielleicht das Öl nicht die Temperatur, welche das Thermometer zeigte, gehabt. Jedenfalls aber sieht man, dass mit der Temperatur auch die specifische Wärme des Terpentinsöls abnimmt.

Zunächst nahm ich gewöhnlichen Alkohol, der etwa 92 Percent reinen Alkohol enthielt. Dabei fand ich aber eine kleine Schwierigkeit beim Versuche. Da bekanntlich das specifische Gewicht des

Alkohols nur 0·793 ist, so sank das Fläschchen im Kühlgefässe nicht unter das Wasser, sondern ragte wenigstens mit dem Halse aus demselben. Um diesem abzuhelpen, bog ich einen 0·4 Millim. dicken Kupferdrath von bekanntem Gewichte an dem einen Ende zu einem gegen die Länge des Drathes senkrecht stehenden, etwas offenen Ringe vom Durchmesser des Fläschchens um. Mit diesem Drathe konnte das Fläschchen gleich nach dem Hineinlassen in das Kühlgefäss, da ein kurzer Bogen des Ringes fehlte, angefasst und beliebig im Wasser hin und her geführt werden. Der Wasserwerth des in's Wasser bei der Beobachtung tauchenden Drathes, der 0·07 Grm. gefunden wurde, indem man nämlich ein Stück vom gleichen Drathe, dessen Länge der aus dem Wasser während der Beobachtung herausragenden gleich war, abwog und vom Gewichte des ganzen obigen Drathes abzog, wurde daher bei allen nachfolgenden Beobachtungen in Rechnung gezogen.

Die Resultate, die ich für gewöhnlichen Alkohol erhielt, sind nun folgende:

Gewicht des Fläschchens	=	3·1028 Grm.
" " " + Alkohol	=	8·9814 "
also Gewicht des Alkohols	=	5·8786 "

$$\mu = 0·6134; \frac{\mu}{m} = 0·10435.$$

	I.	II.	III.
<i>A</i>	121·46 Grm.	141·42 Grm.	121·60 Grm.
<i>T</i>	67°81	69°67	66°49
<i>t</i>	20°07	21°32	21°49
<i>t'</i>	21°73	22°99	23°07
<i>τ</i>	22°16	22°92	22°31
<i>z</i>	3'	3'	3' 20''
<i>c</i>	0·6678	0·6629	0·6772

Mittelwerth aus diesen 3 Beobachtungen 0·6693. Regnault fand für Alkohol von 36° die Zahl 0·6588.

Aus allen bisherigen Versuchen die nur die Vorarbeit zu meiner eigentlichen Arbeit sind, habe ich mich überzeugt, dass die Verfahrensart der ich mich bediente, hinlänglich befriedigende Resultate liefert.

II.

Zu meinen nachfolgenden Untersuchungen wurde der Alkohol auf folgende Art rectificirt:

Schwefelsaures Kupferoxyd wurde durch Glühen in einer Porzellanschale auf einer Weingeistlampe vom Wasser befreit, wobei es zu weissgrauem Pulver zerfällt. Dieses wurde dann in gewöhnlichen Weingeist in eine Flasche hineingegeben, wo es das im Alkohol enthaltene Wasser aufnahm und sich wieder blau färbte. Der Weingeist wurde dann, wenn sich das Pulver zu Boden gesetzt, herabgegossen und abermals mit wasserfreiem schwefelsauren Kupferoxyd behandelt, und dies so oft, bis das Pulver, wenn es auch schon längere Zeit darin war, sich gar nicht mehr färbte. Darauf wurde der Alkohol noch zweimal aus einem Glaskolben durch luftdicht, mittelst Korke schliessende Röhren in andere Glaskolben, die in Eis standen, destillirt. Dabei war das letzte Ende der Glasröhren, das in die atmosphärische Luft führte, mit einer U-förmig gebogenen mit Chlorcalcium gefüllten Röhre in Verbindung, damit man so sicher war, dass der Alkohol aus der Luft keine Feuchtigkeit anziehen könne. Darauf wurde der so rectificirte Alkohol in eine Flasche mit eingeriebenem Stöpsel gegeben und durch einen Überzug von aufgelöstem Guttapercha an der Fuge des Stöpsels von der äusseren atmosphärischen Luft abgeschlossen.

Freilich hat der Alkohol, da ich zu jeder Zusammensetzung eines Concentrationsgrades die Flasche öffnen musste, nach und nach aus der Luft wieder etwas Wasser aufgenommen, was die Dichte so wie die specifische Wärme, die am Ende der Untersuchungen gemacht wurden, deutlich nachweisen. Ich werde später beides anführen.

Ich habe nun zehn Concentrationsgrade bestimmt, und zwar habe ich mit absolutem Alkohol begonnen und nahm dann immer mehr und mehr Volum Wasser.

Bei der Darstellung der einzelnen Concentrationsgrade verfuhr ich auf nachstehende Weise:

Ich hatte zwei Fläschchen mit eingeriebenen Stöpseln. Diese wurden sehr gut von aller Feuchtigkeit gereinigt und abgewogen. Nun goss ich in das eine eine gewisse Quantität Alkohol, stopfte es

zu und bestimmte so auf einer bis auf 0·0001 Grm. ausgezeichnet empfindlichen Wage das Gewicht des Alkohols = p ; alsdann dividirte ich p durch die Dichte des Alkohols = 0·793 und erhielt das Volum = v . Wollte ich nun eine Concentration im Verhältniss von m Theilen Alkohol und n Theilen Wasser, so ist offenbar das Volum des Wassers $v' = \frac{nv}{m}$ und dies ist zugleich das Gewicht = p' des Wassers, das dazu zu nehmen war.

Ich kannte somit das Gewicht, welches das Fläschchen sammt Alkohol und Wasser haben muss. Um nun nicht zu viel Wasser gleich dazu zu giessen, bestimmte ich mir im zweiten Fläschchen das Gewicht des Wassers, das zum Alkohol kommen sollte, wenigstens nahezu, und goss es dann zum Alkohol. Das fehlende Wasser, dessen Gewicht jetzt schon sehr gering war, wurde nun mittelst einer Pipette mit sehr feiner Öffnung tropfenweise hineingegeben. Auf diese Art erzielte ich stets ein Gewicht, das vom gerechneten nur ungemein wenig verschieden war, was auch nachfolgende Bestimmungen zeigen. Ich habe auch bei allen diesen Abwägungen die Temperatur und den Barometerstand berücksichtigt, welches aber einen zu geringen Einfluss hat, um es in Rechnung zu bringen. Ich will nun die einzelnen Zusammensetzungen und Bestimmungen der specifischen Wärme von den verschiedenen Concentrationsgraden nach einander anführen.

Absoluter Alkohol.

Gewicht des Fläschchens	=	3·9322 Grm.
" " " + Alkohol	=	10·2130 "
also Gewicht des Alkohols	=	6·2608 "

$$\mu = 0\cdot7813; \frac{\mu}{m} = 0\cdot1248.$$

	I.	II.	III.	IV.	V.
A	121·74 Grm.	121·35 Grm.	121·84 Grm.	121·84 Grm.	121·87 Grm.
T	70°69	68°23	72°81	71°79	73°63
t	21°21	22°18	22°80	23°40	23°99
t'	22°96	23°83	24°61	25°12	25°84
τ	23°02	23°09	24°37	24°90	25°43
z	3'	3'	3'	3'	3' 15"
c	0·6154	0·6243	0·6339	0·6199	0·6258

Mittelwerth 0·6219.

Regnault fand für die Temperatur zwischen 10° bis 5° die Zahl 0·3987, zwischen 15° bis 10° die Zahl 0·6017 und zwischen 20° bis 15° die Zahl 0·6148.

Concentration 9 : 1.

Alkohol 9 Volumen, Wasser 1 Volumen.

Die Zusammensetzung war auf folgende Art geschehen:

Fläschchen Nr. 2	= 14·7116 Grm.
„ + Alkohol	= 30·1418 „
somit Alkohol = p	= 15·4302 „
$\frac{p}{0·793} = r$	= 19·3038 „
$\frac{r}{9} = v' = p'$	= 2·1620 „
Somit Fläschchen + Alkohol + Wasser .	= 32·3038 „
In Wirklichkeit wog es	= 23·3042 „

Diese Mischung wurde nun in ein Fläschchen gefüllt und zwar:

Gewicht des Fläschchens	= 3·4190 Grm.
„ „ „ + Alkohol .	= 8·8936 „
also Gewicht des Alkohols	= 5·4746 „

$$\mu = 0·6759; \frac{\mu}{m} = 0·1238.$$

	I.	II.	III.	IV.	V.
<i>A</i>	121·70 Grm.	121·92 Grm.	121·99 Grm.	121·84 Grm.	121·88 Grm.
<i>T</i>	70°31	73°49	72°64	73°28	76°46
<i>t</i>	20°60	19°31	21°14	21°72	21°55
<i>t'</i>	22°34	21°71	22°97	23°51	23°47
τ	21°26	21°29	22°51	22°82	22°23
<i>z</i>	3'	3' 20''	3'	3' 20''	3'
<i>c</i>	0·7137	0·7249	0·7288	0·7076	0·7140

Mittelwerth aus 5 Beobachtungen 0·7178.

Concentration 8 : 2.

8 Volumen Alkohol und 2 Volumen Wasser.

Zusammensetzung:

Fläschchen Nr. 1	= 14·3940 Grm.
„ + Alkohol	= 26·2868 „

als Alkohol = p	= 11·8928 Grm.
$\frac{p}{0\cdot703} = v$	= 14·9972 „
$\frac{2r}{8} = v' = p'$	= 3·7493 „
Somit Fläschchen + Alkohol + Wasser .	= 30·0361 „
In Wirklichkeit	= 30·0345 „
Gewicht des Fläschchens	= 3·5850 „
„ „ „ + Alkohol .	= 9·4745 „
also Gewicht des Alkohols	= 5·8895 „

$$\mu = 0\cdot7087; \frac{\mu}{m} = 0\cdot1203.$$

	I.	II.	III.
A	121·85 Grm.	121·94 Grm.	121·69 Grm.
T	69°89	70°32	73°14
t	19°33	20°20	20°26
t'	21°33	22°22	22°39
τ	20°60	21°63	21°83
z	3' 20"	3'	3'
e	0·7680	0·7838	0·7801
	IV.	V.	VI.
A	121·67 Grm.	121·83 Grm.	121·84 Grm.
T	71°58	72°77	73°28
t	20°37	18°66	19°16
t'	22°43	20°84	21°33
τ	21°66	20°16	20°54
z	3' 20"	3'	3'
e	0·7786	0·7813	0·7769

Mittelwerth aus 6 Beobachtungen 0·7784.

Concentration 7 : 3.

7 Volumen Alkohol und 3 Volumen Wasser.

Zusammensetzung:

Fläschchen Nr. 2 mit Stöpsel Nr. 1 .	= 14·7110 Grm.
„ + Alkohol	= 24·6512 „
also Alkohol = p	= 9·9402 „
$\frac{p}{0\cdot793} = v$	= 12·5366 „

$$\frac{3v}{7} = v' = p' \dots \dots \dots = 5.3728 \text{ Grm.}$$

Somit Fläschchen + Alkohol + Wasser . = 30.0240 „

In Wirklichkeit = 30.0236 „

Gewicht des Fläschchens = 3.8722 „

„ „ „ + Alkohol . = 10.4578 „

also Gewicht des Alkohols = 6.5856 „

$$\mu = 0.7655; \frac{\mu}{m} = 0.1162.$$

	I.	II.	III.	IV.	V.
A	121.89 Grm.	121.89 Grm.	121.86 Grm.	121.85 Grm.	121.84 Grm.
T	72°81	74°34	74°17	73°74	73°19
t	20°57	20°56	21°23	19°24	19°29
t'	23°00	23°07	23°70	21°76	21°78
τ	21°88	22°14	22°65	20°66	21°66
z	3' 15''	3'	3' 20''	3'	3' 15''
c	0.8212	0.8245	0.8240	0.8151	0.8141

Mittelwerth aus 5 Beobachtungen 0.8198.

Concentration 6 : 4.

6 Volumen Alkohol und 4 Volumen Wasser.

Zusammensetzung:

Fläschchen = 14.7110 Grm.

„ + Alkohol = 25.4349 „

also Alkohol = p = 10.7239 „

$$\frac{p}{0.793} = v \dots \dots \dots = 13.5233 \text{ „}$$

$$\frac{4v}{6} = v' = p' \dots \dots \dots = 9.0155 \text{ „}$$

Somit Fläschchen + Alkohol + Wasser . = 34.4504 „

In Wirklichkeit = 34.4536 „

Gewicht des Fläschchens = 3.3264 „

„ „ „ + Alkohol . = 10.4764 „

also Gewicht des Alkohols = 7.1500 „

$$\mu = 0.6576; \frac{\mu}{m} = 0.0920.$$

	I.	II.	III.	IV.	V.
A	121·63 Grm.	121·84 Grm.	121·82 Grm.	122·12 Grm.	122·09 Grm.
T	73°06	74°04	73°36	75°21	75°64
t	18°69	19°00	19°41	19°73	19°90
t'	21°42	21°78	22°13	22°51	22°70
τ	20°70	20°56	21°72	21°63	21°83
z	3' 15"	3'	3'	3' 15"	3'
c	0·8418	0·8492	0·8473	0·8434	0·8461

Mittelwerth aus 5 Beobachtungen 0·8456.

Concentration 5 : 5.

5 Volumen Alkohol und 5 Volumen Wasser.

Zusammensetzung:

Fläschchen	= 14·7110 Grm.
„ + Alkohol	= 21·9317 „
also Alkohol = p	= 7·2207 „
$\frac{p}{0·793} = v$	= 9·1131 „
$v = v' = p'$	= 9·1131 „
Somit Fläschchen + Alkohol + Wasser	= 31·0448 „
In Wirklichkeit	= 31·0493 „
Gewicht des Fläschchens	= 3·0754 „
„ „ „ + Alkohol	= 10·0124 „
also Gewicht des Alkohols	= 6·9370 „

$$\mu = 0·6080; \frac{\mu}{m} = 0·0876.$$

	I.	II.	III.	IV.	V.
A	121·85 Grm.	121·95 Grm.	121·89 Grm.	121·64 Grm.	121·84 Grm.
T	74°59	75°65	73°70	74°43	74°80
t	20°62	20°90	21°00	21°47	21°93
t'	23°47	23°76	23°78	23°95	24°70
τ	22°51	22°83	23°15	23°49	23°83
z	3'	3' 15"	3'	3'	3'
c	0·9291	0·9183	0·9282	0·9190	0·9206

Mittelwerth aus 5 Beobachtungen 0·9230.

Concentration 4 : 6.

4 Volumen Alkohol und 6 Volumen Wasser.

Zusammensetzung :

	Fläschchen	= 14·2620 Grm.
	„ + Alkohol	= 20·6756 „
also	Alkohol = p	= 6·4136 „
	$\frac{p}{0·793} = v$	= 8·0878 „
	$\frac{6v}{4} = v' = p'$	= 12·1317 „
Somit	Fläschchen + Alkohol + Wasser .	= 32·8073 „
	In Wirklichkeit	= 32·8168 „
	Gewicht des Fläschchens	= 3·7127 „
	„ „ „ + Alkohol .	= 11·2684 „
also	Gewicht des Alkohols	= 7·5557 „

$$\mu = 0·7340; \frac{\mu}{m} = 0·0972.$$

	I.	II.	III.	IV.
<i>A</i>	121·90 Grm.	121·88 Grm.	121·82 Grm.	121·89 Grm.
<i>T</i>	74°53	73°10	73°95	71°33
<i>t</i>	23°73	22°89	23°70	21°72
<i>t'</i>	26°72	25°87	26°63	24°61
τ	26°25	25°18	26°48	24°02
<i>z</i>	3' 15''	3'	3'	3' 15''
<i>c</i>	0·9494	0·9393	0·9393	0·9446

Mittelwerth aus 4 Beobachtungen 0·9482.

Concentration 3 : 7.

3 Volumen Alkohol und 7 Volumen Wasser.

Zusammensetzung :

	Fläschchen	= 14·7110 Grm.
	„ + Alkohol	= 22·6953 „
also	Alkohol = p	= 7·9843 „
	$\frac{p}{0·793} = v$	= 10·0685 „

$$\frac{7v}{3} = v' = p' \dots\dots\dots = 23\cdot4931 \text{ Grm.}$$

Somit Fläschchen + Alkohol + Wasser . = 46\cdot1884 „
 In Wirklichkeit = 46\cdot1805 „
 Gewicht des Fläschchens = 3\cdot8092 „
 „ „ „ + Alkohol . = 11\cdot2175 „
 Somit Gewicht des Alkohols = 7\cdot4083 „

$$\mu = 0\cdot7531; \frac{\mu}{m} = 0\cdot1017.$$

	I.	II.	III.
A	121\cdot99 Grm.	121\cdot89 Grm.	121\cdot89 Grm.
T	73°36	74°63	76°84
t	22°39	23°06	23°09
t'	25°41	26°11	26°27
\tau	24°37	24°72	25°11
z	3'	3' 15''	3'
c	0\cdot9751	0\cdot9722	0\cdot9725

Mittelwerth aus diesen 3 Beobachtungen 0\cdot9732.

Concentration 2 : 8.

2 Volumen Alkohol und 8 Volumen Wasser.

Zusammensetzung:

Fläschchen = 14\cdot2620 Grm.
 „ + Alkohol = 19\cdot0452 „
 also Alkohol = p = 4\cdot7832 „
 $\frac{p}{0\cdot793} = v$ = 6\cdot0313 „
 $\frac{8v}{2} = v' = p'$ = 24\cdot1252 „
 Somit Fläschchen + Alkohol + Wasser . = 43\cdot1704 „
 In Wirklichkeit = 43\cdot1676 ..
 Gewicht des Fläschchens = 3\cdot6846 ..
 „ „ „ + Alkohol . = 10\cdot6803 ..
 also Gewicht des Alkohols = 6\cdot9957 ..

$$\mu = 0\cdot7284; \frac{\mu}{m} = 0\cdot1041.$$

	I.	II.	III.	IV.	V.
<i>A</i>	131·89 Grm.	121·89 Grm.	121·85 Grm.	121·84 Grm.	121·83 Grm.
<i>T</i>	74°21	74°59	77°43	73°57	78°75
<i>t</i>	19°92	19°36	21°83	22°19	22°55
<i>t'</i>	23°01	22°53	24°97	25°10	25°70
τ	22°07	21°72	24°02	24°25	24°98
<i>z</i>	3' 20''	3'	3' 15''	3'	3' 20''
<i>c</i>	0·9876	0·9974	0·9783	0·9815	0·9700

Mittelwerth aus diesen 5 Beobachtungen 0·9829.

Bei diesem Concentrationsgrade habe ich am meisten unter einander abweichende Resultate erhalten, wesshalb ich auch eine zweite Zusammensetzung machte und bestimmte.

Da ich aber fand, dass die Resultate mit den eben angeführten übereinstimmten, obgleich unter einander ebenfalls abweichend, so unterlasse ich es dieselben hier anzuführen. Als Mittelwerth ergab sich 0·9835.

Concentratio 1 : 9.

1 Volumen Alkohol und 9 Volumen Wasser.

Zusammensetzung:

Fläschchen	= 14·2620 Grm.
„ + Alkohol	= 17·4827 „
somit Alkohol = <i>p</i>	= 3·2207 „
$\frac{p}{0·793} = v$	= 4·0605 „
$9v = v' = p'$	= 36·5445 „
Daher Fläschchen + Alkohol + Wasser .	= 54·0272 „
In Wirklichkeit	= 54·0276 „
Gewicht des Fläschchens	= 3·8217 „
„ „ „ + Alkohol .	= 11·2050 „
also Gewicht des Alkohols	= 7·3833 „

$$\mu = 0·7556; \frac{\mu}{m} = 0·1024.$$

	I.	II.	III.	IV.
<i>A</i>	124·89 Grm.	121·87 Grm.	121·83 Grm.	121·84 Grm.
<i>T</i>	73°19	76°67	76°33	73°57
	20°33	22°68	23°20	23°43

	I.	II.	III.	IV.
t'	23°50	25°89	26°47	26°43
τ	23°05	25°41	26°02	26°06
z	3'	3' 20''	3' 15''	3'
c	0·9964	0·9810	0·9848	0·9967

Mittelwerth aus diesen 4 Beobachtungen 0·9897.

Nachdem ich nun die spezifische Wärme von den zehn Concentrationsgraden bestimmt habe, unterwarf ich meine Verfahrensart noch einer letzten Probe, indem ich noch die spezifische Wärme des Wassers, welches zweimal destillirt war und dessen ich mich zu allen meinen Versuchen bediente, sowohl bei ungefähr 100° C. als auch bei 75° C. bestimmte.

Ich füllte also das Wasser ebenfalls in ein Fläschchen und fand:

Gewicht des Fläschchens	=	4·7910	Grm.
„ „ „ + Wasser	=	11·0858	„
Somit Gewicht des Wassers = m	=	6·2948	„

$$\mu = 0·9472; \frac{\mu}{m} = 0·1505.$$

	I.	II.	III.
A	121·85 Grm.	121·86 Grm.	121·86 Grm.
T	98°98	99°02	99°20
t	19°21	19°16	19°49
t'	23°54	23°49	23°81
τ	21°95	22°58	22°87
z	3' 15''	3'	3'
c	0·9982	1·0018	1·0032

Mittelwerth aus diesen 3 Beobachtungen 1·0011.

Die nächsten Beobachtungen bei ungefähr 75° C. habe ich gemacht um mich zu überzeugen, ob wohl bei dieser Temperatur die Flüssigkeit im Fläschchen allezeit die Temperatur besitze, welche das Thermometer längere Zeit angibt, und fand dies zu meiner Beruhigung bestätigt.

	I.	II.	III.
A	121·85 Grm.	121·85 Grm.	121·86 Grm.
T	77°47	73°45	75°82
t	20°40	21°51	21°83
t'	23°48	25°29	24°76
τ	23°01	23°86	24°16
z	3' 15''	3'	3' 15''
c	0·9987	0·9988	1·0020

Mittelwerth aus diesen 3 Beobachtungen 0·9998.

Ich habe schon früher angedeutet, dass der Alkohol bei dem oftmaligen Öffnen der Flasche Wasser aus der Luft angezogen habe. Um nun zu erfahren ob dasselbe in solcher Menge vorhanden sei, dass es auch auf die specifische Wärme des sich am Ende der Untersuchungen in der Flasche befindlichen Alkohols habe, so füllte ich davon ein Fläschchen und machte drei Beobachtungen, wobei ich folgendes fand:

Gewicht des Fläschchens = 3·6221 Grm.
 " " " + Alkohol = 9·7242 "
 also des Alkohols = 6·1021 "

$$\mu = 0·7166; \frac{\mu}{m} = 0·1174.$$

	I.	II.	III.
A	121·86 Grm.	121·86 Grm.	121·85 Grm.
T	74°36	73°53	70°98
t	21°48	21°85	22°08
t'	23°36	23°69	23°86
τ	22°80	23°30	23°49
z	3' 15"	3'	3' 15"
c	0·6470	0·6481	0·6311

Mittelwerth 0·6421.

Bei der ersten Untersuchung, wobei die Flasche das erste Mal geöffnet worden, aber fand ich als Mittelwerth für (absoluten) Alkohol die Zahl 0·6219 und für gewöhnlichen Alkohol 0·6693. Man sieht also, dass der Alkohol etwas Wasser aus der Luft aufgenommen, das jedoch nicht in grosser Menge vorhanden war. Die Dichte desselben Alkohols am Ende der Untersuchungen wurde nach einer sehr genauen Bestimmung gefunden 0·803, also 98 Volumen Alkohol und 2 Volumen Wasser. Also eine Concentration von 49 : 1.

Daraus nun und aus oben angeführten Beobachtungen sieht man, dass die specifische Wärme des Alkohols bei einer geringen Zugabe von Wasser bedeutend wächst.

Der Gang der Werthe von den verschiedenen Concentrations-Graden ist nur durch eine auf Taf. I aufgetragene Curve ersichtlich gemacht. Auf der Abscisse sind die Volumengehalte Wassers der einzelnen Concentrationsgrade, auf der Ordinate die Grösse der specifischen Wärme aufgetragen.

Man sieht nun dass anfangs die Werthe sehr rasch steigen, dann bis zum Concentrationsgrade 6 : 4 weniger rasch. Zwischen 6 : 4 und 5 : 5 ist ein plötzlicher Sprung, also eine starke Biegung der Linie. Es scheint dieser Sprung einzutreten, wenn gleiche Gewichtstheile von Alkohol und Wasser genommen werden.

Vom Concentrationsgrade 5 : 5 wachsen die Werthe wieder allmählich bis auf die Zahl 0·9897, während für Wasser der Werth 1·0000 sehr nahezu gefunden wurde. Es ist also auch hier wieder ein rascher Übergang.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch meinen innigsten Dank auszusprechen dem Herrn Regierungsrathe A. Ritter v. Ettingshausen, dessen Schüler im k. k. physikalischen Institute zu sein ich das Glück hatte und der mit seiner gewohnten Liberalität und Güte meiner Arbeit jede mögliche Unterstützung angedeihen liess; sowie dem hochverehrten Herrn Prof. Dr. Graulich für seine Anregung und seinen Rath und dem Herrn Assistenten Peter Blaserna für seine mir durch Rath und That reichlich zu Theil gewordene Hilfe.
